



TITLE:

回転外力に駆動されるパターンの 動力学(生命リズムと振動子ネット ワーク)

AUTHOR(S):

藤原, 直哉; 小林, 丈朗; 藤坂, 博一

CITATION:

藤原, 直哉 ...[et al]. 回転外力に駆動されるパターンの動力学(生命リズムと振動子ネットワーク). 物性研究 2007, 87(4): 621-621

ISSUE DATE:

2007-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/110709>

RIGHT:

回転外力に駆動されるパターンの動力学

京大情報 藤原 直哉, 小林 丈朗, 藤坂 博一

強い周期外力下における系の非線形応答は、非平衡統計力学のみならず物性物理や非線形科学の観点からも興味深い問題である。振動外力下における応答の時間振動の対称性の破れである動的相転移現象¹⁾は、強磁性体をはじめ、触媒上での一酸化炭素の酸化反応²⁾やジョセフソン接合³⁾など、さまざまな物理系におけるモデルで報告されている。本講演では、回転外力下での Time Dependent Ginzburg-Landau (TDGL) 方程式

$$\partial_t \psi(\mathbf{r}, t) = \psi + \gamma \psi^* - |\psi|^2 \psi + \nabla^2 \psi + h e^{i\Omega t}, \quad (\psi = X + iY) \quad (1)$$

において動的相転移に伴って発生する、空間パターンの動的性質について報告する。

この方程式の空間一様振動解は、周期振動のほかカオス運動や準周期振動を示すパラメタ領域がある。一様解がカオスを示す場合には時空カオスが発生する。図1は、 $\gamma = 0.3$, $\Omega = 0.5$, $h = 0.5415$ において空間一次元系で観測される空間パターンである。一様なカオス解に、弱いノイズを加えた初期条件から出発すると図1 (a)に示すように、ゆらぎの小さいランダムなパターンが発生する。一方、加えるノイズ強度が強い場合には図1 (c)に示すようにゆらぎの大きなパルス的なパターンが発生する。これらのパターンは初期値鋭敏性をもつ。図1 (b)と (d)は、空間平均 $\langle \psi \rangle(t) = \int_0^L \psi(z, t) dz / L$ の軌道であるが、初期条件のゆらぎが小さい場合は軌道は非対称であるのに対し (図1 (b)), 初期条件のゆらぎが大きい場合には軌道は原点对称である (図1 (d))。

空間二次元系において一様解が準周期振動の場合についても報告する予定である。準周期軌道は、小さいが有限の γ に対しても観測された。 $\gamma \neq 0$ の場合には時間に陽に依存する項を消去することができないので、通常の位相ダイナミクスの方法で記述することができない。数値実験においては図2 (a)のようなパターンが観測され、ターゲットパターンやスパイラルは観測されなかった。しかし、このパターンの外力の位相 $\theta = 0$ のときのポアンカレプロット (図2 (b)) の点は空間一様解のポアンカレプロットとほぼ重なり、このことはこのパターンの動力学が位相ダイナミクスに類似の方法で記述できる可能性を示唆している。講演では、回転外力によって駆動される様々なパターンを報告するとともに、時空カオスのパルスの崩壊過程などのパターンの動的性質について報告する予定である。

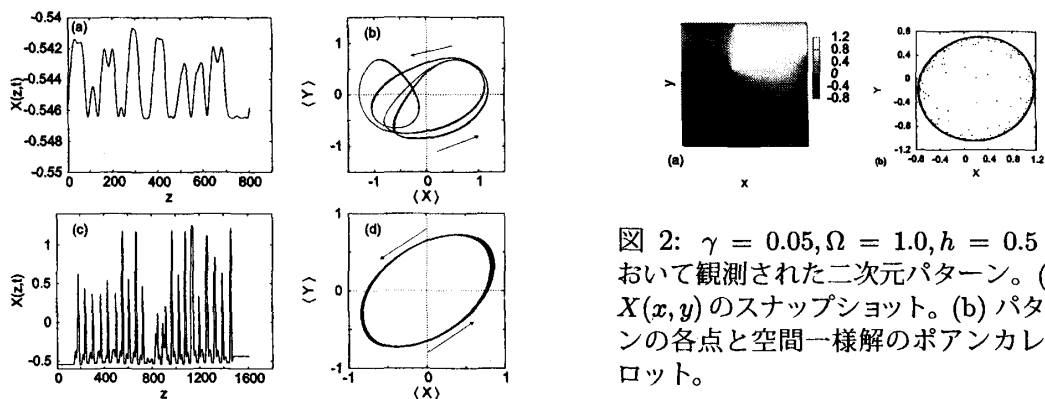


図 1: 時空カオス。(a) (b) はゆらぎが小さい時空カオス, (c) (d) はゆらぎが大きい時空カオス。

図 2: $\gamma = 0.05, \Omega = 1.0, h = 0.5$ において観測された二次元パターン。(a) $X(x, y)$ のスナップショット。(b) パターンの各点と空間一様解のポアンカレプロット。

¹⁾B. K. Chakrabarti, and M. Acharyya, Rev. Mod. Phys. **71**, 847 (1999).

²⁾E. Machado et al., Phys. Rev. E **71**, 016120 (2005).

³⁾G. S. Jeon et al., Phys. Rev. B **65**, 184510 (2002).